

自浄型トイレの水質浄化ユニットに用いる 活性炭の色度除去性能の評価

日本大学 学生会員 ○須田日向
日本大学 非会員 谷口崇至
日本大学 正会員 中野和典

1. 研究背景と目的

災害が発生しライフラインが寸断されると既設の水洗トイレが使用不可となるため、仮設トイレに人が集中する。しかし、一般的に仮設トイレの多くは汲み取り式であるため、使用者が集中すると汚水タンクが早期に満水になり、トイレの使用ができなくなる。水洗トイレの洗浄水をその場で浄化処理し、洗浄水として再生利用する自浄型トイレがあれば、そのようなトイレ問題を解決することができる。再生された洗浄水の見た目は、トイレの快適性を満たす上で重要である。

そこで本研究では、自浄型トイレの洗浄水を再生する水質浄化ユニットの色度除去性能に焦点をあて、大便回数が水質浄化ユニットの色度除去性能に及ぼす影響を評価するとともに、水質浄化ユニットに用いる活性炭量と接触時間の色度除去性能との関係を検証することを目的とした。

2. 実験方法

2.1 自浄型トイレの構成と水質浄化ユニットの概要

図-1 に示すように自浄型トイレは水洗トイレ、固液分離ユニット及び水質浄化ユニットで構成されている。本研究では、約 6kg の活性炭が充填されている水質浄化ユニットの色度除去性能を評価した。

2.2 大便回数が水質浄化ユニットの色度除去性能に及ぼす影響の評価

図-1 に示す自浄型トイレを使用し、大便回数 20 回ま

で 5 回毎に水質浄化ユニット処理前後のトイレ洗浄水を採水し、色度を測定した。得られた洗浄水は 30 度を下回るとほぼ透明であった事から本研究における目標色度 30 度とした。

2.3 活性炭量が色度除去性能に及ぼす影響の評価

大便回数 5~20 回で得られた自浄型トイレの固液分離ユニット処理水をモデル汚水とし、モデル汚水 50mL に対し 0~2g の活性炭を添加し、振とう条件下で 24 時間接触させ、接触前後の色度を測定した。

2.4 接触時間が活性炭の色度除去性能に及ぼす影響の評価

2.3 と同様に固液分離ユニットの 20 回後の処理水をモデル汚水とし、モデル汚水 50mL に対して 0.3~2.5g の活性炭を添加し、振とう条件下で 0~24 時間接触させ、各時間における色度を測定した。

3. 結果及び考察

3.1 大便回数が水質浄化ユニットの色度除去性能に及ぼす影響の検証

異なる大便回数で得られた浄化ユニット処理水の外観及び色度を図-2 に示す。大便回数 10 回目の色度は 21 度であり、目標色度である 30 度を維持できていたが、大便回数 15 回目の色度は 40 度であり、目標色度を超過した。当初の設計では、大便回数 100 回に対応することを目指しており、目標色度の超過が早過ぎる結果となった。

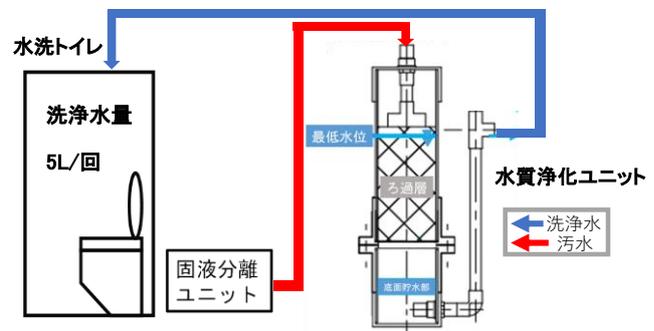


図-1 自浄型トイレの構成と水質浄化ユニットの概要

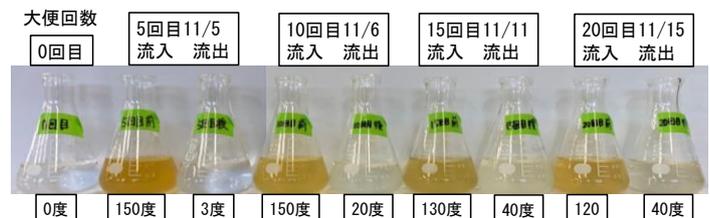


図-2 異なる大便回数で得られた水質浄化ユニット処理水の外観及び色度
* 各回数の左側が流入、右側が流出

キーワード： 自浄型トイレ、色度、水質浄化ユニット、活性炭

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学工学部 土木工学科 環境生態工学研究室

3.2 活性炭量が色度除去性能に及ぼす影響の検証

3.1 の実験で水質浄化ユニット処理水の目標色度超過が早過ぎた原因を検証するため、活性炭量と色度除去性能の関係を明らかにすることを試みた。色度 150 度のモデル汚水 50mL に対して活性炭量を変化させて得られた平衡色度と色度吸着量（モデル汚水色度-平衡色度）／活性炭量の関係を図-3 に示す。水中の色度総量として色度と処理水量の積を色度ユニット（CU）とすると、平衡色度（C）と色度ユニット吸着量（Q）の関係は図-4 となる。この関係を吸着等温式であるラングミュア式 $Q = Q_m \cdot k \cdot C / 1 + k \cdot C$ で近似すると、 $Q_m = 45.4$ 、 $k = 0.049$ となった。これらの定数を用いてラングミュア式から目標色度（C=30）に対する Q を求めると、 $Q = 27CU/g$ となった。ここで 100 人の排便により色度 150 度の汚水が 500L（洗浄水量 5L×100 回）発生すると仮定すると、色度ユニットは 75,000CU（150 度×500L）となり、平衡色度 30 度に対する CU 吸着量（ $Q = 27CU$ 吸着量/g）より、活性炭量は 2.8kg あれば良いことになる。3-1 の実験で使用した水質浄化ユニットの活性炭量は 6kg であるため、活性炭量は十分であり、目標色度の超過が早過ぎたのは、活性炭量が原因ではなかったことが明らかとなった。

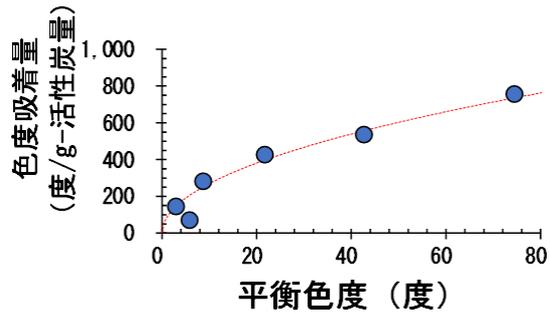


図-3活性炭の色度吸着量と平衡色度の関係

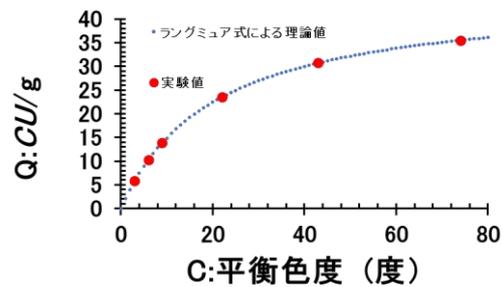


図-4活性炭の色度ユニット吸着量と平衡色度の関係

3.3 接触時間が活性炭の色度除去性能に及ぼす影響

3.1 の実験において目標色度の超過が早過ぎた別の原因として、水質浄化ユニットの活性炭と固液分離ユニット処理水の接触時間が十分でなかったことが考えられたため、接触時間と活性炭の色度除去性能の関係を明らかにすることを試みた。色度 130 及び 140 度のモデル汚水 50mL に対して活性炭量と接触時間を変化させて得られた平衡色度と接触時間の関係を図-5 に示す。この図より、色度 140 度の汚水 50mL に対し活性炭量が 2.5g であれば、色度を 30 度に低下させるのに必要な接触時間は 1 時間程度であることが分かる。3.1 の実験期間中、20 回の排水に加え採水時に流した 8 回を併せ、色度 140 度前後の汚水が 140L 程度流入したと考えられ、その水量は 50mL の 2,800 倍に相当する。そこで活性炭量 2.5g に 2,800 を乗じて相当する活性炭量を求めると 7kg となる。3.1 の実験で使用した水質浄化ユニットの活性炭量は 6kg であるため、色度 30 度に色度を低下させるのに必要な接触時間は 1 時間程度であることになる。大便回数が水質浄化ユニットの色度除去性能に及ぼす影響を検証した 3.1 の実験の状況から、1 時間以内に 10L 以上の固液分離ユニット処理水が流入した可能性があり、目標色度の超過が早過ぎたのは、活性炭との接触時間が短過ぎたことが原因であったと考えられた。

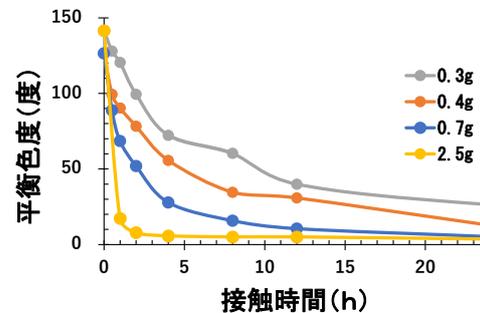


図-5活性炭との接触時間と平衡色度の関係

4.まとめ

本研究により、自浄型トイレの固液分離ユニットの後に設置する水質浄化ユニットの色度除去性能を發揮させるには、活性炭との接触時間が重要であることが明らかとなった。また、CU 吸着量の概念を用いることで、水質浄化ユニットの設計に必要な原単位が得られた。